



# Palavien aineiden käyttöönotto

## SEDU Lapua kylmätekniikassa

Niko Peltokangas

OPINNÄYTETYÖ  
Maaliskuu 2020

Automaatioteknologia YAMK

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Automaatioteknologia YAMK

Peltokangas, Niko  
Palavien aineiden käyttöönotto SEDU Lapua kylmäteknikassa

Opinnäytetyö 55 sivua, joista liitteitä 14 sivua  
Maaliskuu 2020

---

Työn tarkoituksena on selvittää kustannustasoa ja työturvallisuutta otettaessa käyttöön uusia kylmäaineita. Uudet palavat kylmäaineet tarvitsevat uusia työkaluja ja -tapoja, jotta voidaan tehdä turvallisesti ja taloudellisesti työharjoituksia ja harjoitusasennuksia.

Palavien kylmäaineiden käytöstä on vielä aika vähän opetusmateriaalia saatavilla. Kylmälaitoksissa on kyllä käytetty pitkään palavia kylmäaineita. Suurissa laitoksissa on ollut ammoniakkaa ja pienissä jää-pakastinkaapeissa r600(butaani) kylmäaineena. Päädyimme ottamaan käyttöön palavista kylmäaineista R32, R600, R600a ja R290.

Johtopäätöksenä on havaittu työturvallisuuden merkityksen korostuminen aikaisempiin kylmäaineisiin nähden.

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Automation Technology at YAMK  
Peltokangas, Niko  
Title of Thesis: Introduction of combustible substances  
SEDU Lapua in Refrigeration

Master's thesis 55 pages, appendices 14 pages  
March 2020

---

The purpose of this work was to clarify cost level and issues related to occupational safety and health that should be considered when commissioning a new refrigerant.

New flammable refrigerants need new tools and new working methods, in order to perform safely and economically when engineering assignments and practice installations are done.

There is still a limited amount of educational material available on the use of flammable refrigerants. Refrigeration plants have been using combustible refrigerants for a long time. Large plants have used ammonia and small freezer cabinets have used R600 (butane) as refrigerant. It was decided that the combustible R32, R600, R600a and R290 should be introduced (at the refrigeration program) at SEDU Lapua.

In conclusion, this resulted in enhanced occupational safety.

---

Key words: air conditioning, refrigerant

## SISÄLLYS

1	Johdanto .....	6
	1.1. Yrityksen esittely .....	6
	1.2. Työn tausta .....	6
2	Työn lähtökohdat .....	7
	2.1. Työn lainsäädäntö ja menetelmät .....	7
	2.2. Ilmastonlämpenemisen hillitseminen.....	10
3	Toimintaympäristön kuvaus ja tehdyt toimenpiteet .....	14
	3.1. Työnaikaisien vaarojen selvittäminen.....	15
	3.2. Käyttöpaikan dokumentointi .....	17
	3.3. Käyttöturvallisuustiedotteet .....	18
4	Riskianalyysi .....	19
	4.1. Riskianalyysin tilamäärittely .....	19
	4.2. Riskianalyysi töiden määrittely .....	21
	4.3. Staattinen sähkö .....	21
	4.4. Vaarojen tunnistaminen kylmätekniikassa .....	25
	4.5. Granite-ohjelman läpikäynti.....	30
5	Työkalut ja niiden turvallinen käyttö .....	31
	5.1. Kaasunilmaisimien .....	32
	5.2. Propanin käsittely.....	32
	5.3. Kylmäaineen R32 käsittely.....	34
6	Pohdintaa ja kyselyn analysointia .....	37
	Lähteet.....	38
	Liitteet .....	40
	Liite 1. Palotarkastajan lausunto .....	40
	Liite 2 Tutkimus kysely.....	41
	Liite 3. R32 ilmalämpöpumpun käsittely.....	42
	Liite 4. R600 Kylmäaineella toimivien pienkylmälaitteiden kanssa työskentely .....	49

**Erityissanasto ja lyhenteet**

r32	Kylmäaine R32
Kylmäaine	Jäähdyke
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) valvoo ja edistää teknistä turvallisuutta ja vaatimuksenmukaisuutta sekä kuluttaja- ja kemikaaliturvallisuutta Suomessa.

## **1 Johdanto**

### **1.1. Yrityksen esittely**

Sedu on yli 5000 opiskelijan ja 600 tekijän yhteisö. Kokonaisopiskelijavirta on vuosittain yli 10 000. Lisä- ja täydennyskoulutusta tarvitaan alalla kuin alalla. Sedussa tutkinnon suorittaa vuosittain yli 2000 osaajaa ja ammattilaista, joilla on asenne ja osaaminen kohdallaan. Sedussa räätälöidään joustavat oppimispolut niin nuorille kuin aikuisille urapolun ensimmäisistä askelista pitkälle tulevaisuuteen.

Sedun toimipisteet sijaitsevat Ilmajoella, Kurikassa, Lapualla, Seinäjoella, Vaasassa ja Ähtärissä. Sedussa järjestetään kylmäalan koulutusta tällä hetkellä ainoastaan Lapualla.

### **1.2. Työn tausta**

Tämän työn tarpeen tunnistaminen lähti siitä, kun kylmäaineiden ympäristövaikutusten pienentäminen aloitettiin ja aikataulutettiin yleisesti. Koulussa ei ollut tarpeeksi uusien palavien kylmäaineiden käsittelyyn soveltuvia työkaluja, joten jouduttiin hankkimaan uusia työkaluja. Kylmäaineet ovat kehittyneet koko ajan, mutta nyt niiden jatkojalostus on lisääntynyt huimasti. Palaviksi lueteltavia aineita on tullut lisää. Niiden käsittelyssä tarvitaan erilaisia kylmätyökaluja kuin aikaisemmin.

## 2 Työn lähtökohdat

Työn tavoitteena on selvittää mitä lisäsuojauksia pitää ottaa huomioon palavien kylmäaineiden kanssa. Tavoitteena on saada työturvallisuusasiat mietittyä mahdollisimman tarkasti, jotta voidaan harjoitella turvallisesti eri kylmäaineilla. Tässä työssä rajataan kylmätöiden harjoitukset luokkatilaan. Työkohteet pitää opettajan määrittellä aina tapauskohtaisesti ja niihin tässä opinnäytetyössä ei oteta kantaa.

Tämän työn rajaukset ovat butaani ja propaani pienissä laitoksissa ja R32 lämpöpumppusovelluksissa. Meidän tilamme eivät riitä tällä hetkellä isompiin laitoksiin. Lisäksi työn vaarallisuus korostuu oppilaitostyössä. Riskianalysien muuttuvat arvot ovat sitä hankalampia, mitä enemmän on käytössä kylmäainelaatuja. Ammoniakki työt jäävät myös pois tästä opinnäytetyöstä.

### 2.1. Työn lainsäädäntö ja menetelmät

Tämä työ alkaa taustatutkimuksella lain asettamista vaatimuksista palavien kylmäaineiden käytölle. Harjoitustyötilojen määrittely pitää myös tehdä. Kylmäalaa koskeva lainsäädäntö on myös tarkastelun alla. Pätevyysvaatimukset koskevat kylmäalaa erityisesti. Kylmäalalla toimitaan talotekniikan eri osissa, jotka koostuvat veden käsittelystä, ilman käsittelystä, sähköistyksestä ja varsinaisesta kylmäprosessista. Työturvallisuuslaki koskee työntekijöiden lisäksi myös oppilaita ja työvoimapolitiittisessa työssä olevaa. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738)

Työnantajan on suunniteltava, valittava, mitoitettava ja toteutettava työolosuhteiden parantamiseksi tarvittavat toimenpiteet. Tällöin on mahdollisuuksien mukaan noudatettava seuraavia periaatteita: Vaara- ja haittatekijöiden syntyminen estetään ja vaara- ja haittatekijät poistetaan. Jos tämä ei ole mahdollista, ne korvataan vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla. Yleisesti vaikuttavat työsuojelutoimenpiteet toteutetaan ennen yksilöllisiä työsuojelutoimenpiteitä. Tekniikan ja muiden käytettävissä olevien keinojen kehittyminen otetaan huomioon.

Työnantajan on jatkuvasti tarkkailtava työympäristöä, työyhteisön tilaa ja työtapojen turvallisuutta. Työnantajan on myös tarkkailtava toteutettujen toimenpiteiden vaikutusta työn turvallisuuteen ja terveellisyteen. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738)

Kemikaaleihin liittyvät vaarat pitää ottaa huomioon kaikessa koulutoiminnassa. Opetushallituksen poistamalla mahdollisimman monta vaaralliseksi luokiteltua kemikaalia kuin on mahdollista, voidaan pienentää riskejä (OPH kemikaali). Käytännössä tämä tarkoittaa ilmastonmuutoksen hillitsemistä luonnollisilla kylmäaineilla, jotka ovat yleensä palavia. Ilmastonmuutos hidastuu, mutta työturvallisuus heikkenee.

Kemikaalilainsäädännön periaatteena on, että pitää valita käyttöön mahdollisimman vähä haittainen kemikaali (Kemikaalilaki 599/2013 19 §). Kemikaalilaissa sanotaan, että valtioneuvostonpäättös otsonikerrosta heikentävistä aineista 262/1998 on kumottu valtioneuvostonasetuksella fluorattuja kasvihuonekaasuja tai otsonikerrosta heikentäviä aineita sisältävien laitteiden käsittelijän pätevyysvaatimuksilla 766/2016. Vaarallisia kemikaaleja tai räjähteitä sisältäviä laitteistoja ja laitteita saa sijoittaa rakennukseen vain siinä määrin kuin se on toiminnan järjestämisen kannalta välttämätöntä (10.4.2015/358). Vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden valmistus-, käsittely- ja varastointitilat tai valmistus-, käsittely- ja varastointipaikat tulee varustaa turvallisen käytön ja onnettomuustilanteisiin varautumisen edellyttämällä merkinnöillä. 128 § mukaan voidaan poiketa laista, jos on kyseessä vain vähäistä vaaraa aiheuttava toimenpide. (Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 3.6.2005/390)

Palavien kylmäaineiden osalta tällä hetkellä on voimassa laki, joka antaa mahdollisuuden toimia luonnollisilla kylmäaineilla ilman kylmäainepätevyyttä. Nämä aineet ovat ammoniakki, butaani, propaani, hiilidioksidi ja isobutaani. R32 on kylmäaine, jota käytetään uusissa lämpöpumppusovelluksissa ja se on kylmäaineksi luokiteltu aine. Lakia ollaan muuttamassa siihen suuntaan, että myös luonnolliset kylmäaineet saataisiin valvonnan piiriin, jotta turvallisuus lisääntyisi. (Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527)



Tukesin mukaan, jos tehdään kylmäaineeseen liittyviä töitä, pitää olla kylmäainepätevyuden täyttävä vastuuhenkilö työsuhteessa. Kylmäalaa opiskeleva saa tehdä harjoitus töitä 24 kuukautta. Tästä ajasta on ilmeisesti vähennetty pois jo loma-ajat. Jos lasketaan ne mukaan, niin talotekniikan perustutkinnon kesto on yleensä noin 36 kuukautta yhteensä. Yleisimmät kylmäalan työt ovat koulullamme pienten kylmiöiden korjaus, ilmalämpöpumppujen asennus ja korjaus. (Tukes n.d.)

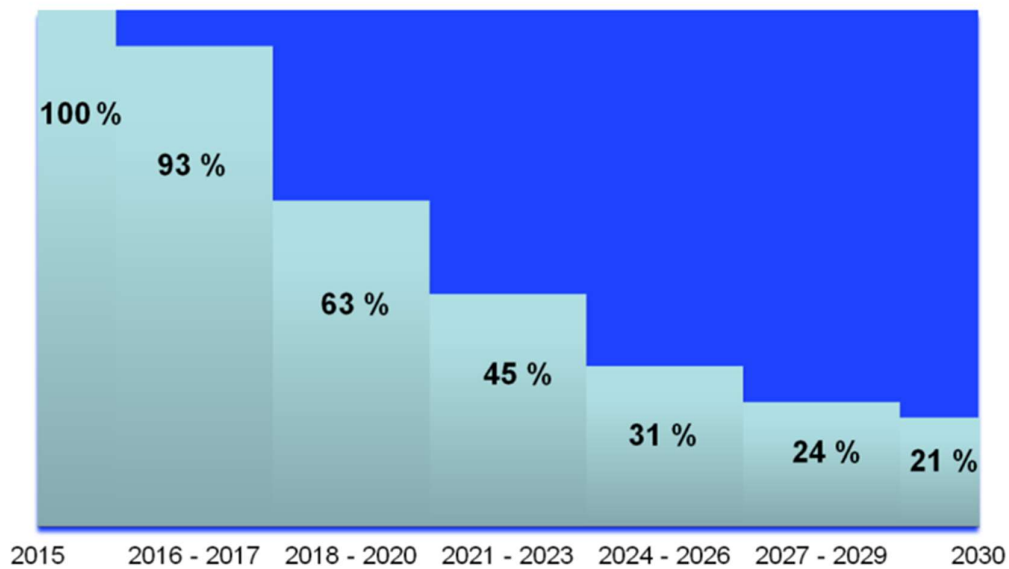
Vastuuhenkilö vastaa siitä, että toiminnassa noudatetaan ympäristönsuojeluvaatimuksia ja että asentajat täyttävät pätevyysvaatimukset. Jos vastuuhenkilö tekee asentajan töitä, on vastuuhenkilön täytettävä myös asentajan pätevyysvaatimukset. Pätevyuden voi tarkistaa Turvallisuus ja -kemikaaliviraston (Tukes) ylläpitämästä pätevyysrekisteristä, jossa on sekä toiminnanharjoittajarekisteri että asentajien pätevyysrekisteri. Hakuja voi tehdä nimellä, paikkakunnalla tai pätevyysluokalla. Tukesin sivuilta löytyy tarkempaa tietoa pätevyysvaatimuksista. (Ympäristö n.d.)

Pätevyysvaatimukset täyttävää toimintaa varten koulullamme on olemassa useita alle 3kg:n asentaja ja vastuuhenkilön pätevyuden omaavia opettajia. Heidän kanssaan on oppilaiden turvallista harjoitella kylmäalan töitä. Yhteiset käytännön pelisäännöt pitäisi vielä saada käsikirja muotoon, jotta siitä voisi tarkistaa miten menetellä. Tällä käsikirjalla voisi myös opastaa, miten toimitaan milläkin kylmäaineella harjoitustilanteessa. Tällaisia käsikirjoja on jo muissa oppilaitoksissa käytössä.

## 2.2. Ilmastonlämpenemisen hillitseminen

Alla olevassa taulukossa selitetään, miten ilmastonlämpenemistä aiheuttavien kaasujen markkinoille pääsyä rajoitetaan tulevaisuudessa. Lisäksi astuu voimaan myös huoltokieltoja tietyille kylmäaineille.

### F-kaasujen markkinoille saattamisen vähentäminen

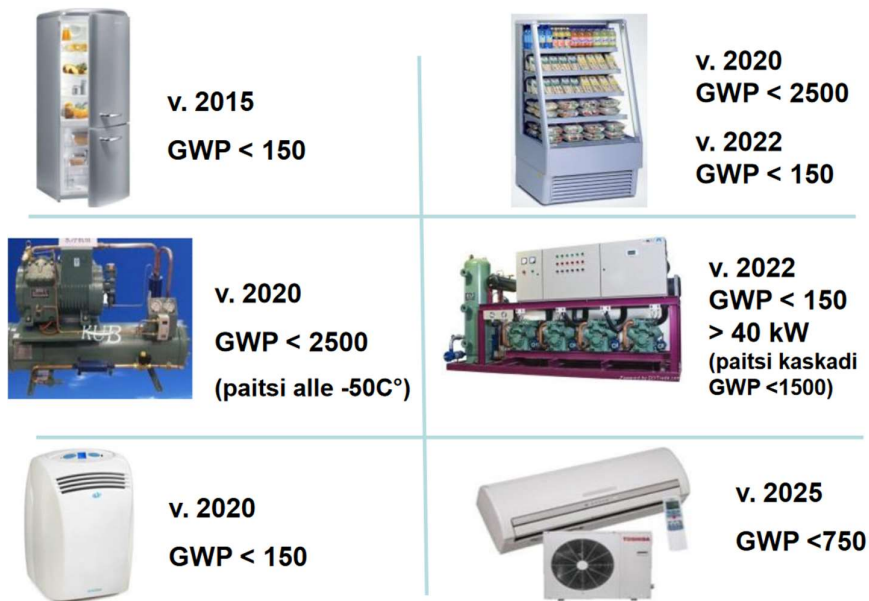


Kuvio 1. F-kaasut (ympäristö)

### Huoltokielto GWP $\geq$ 2500 F-kaasuilla 1.1.2020 alkaen

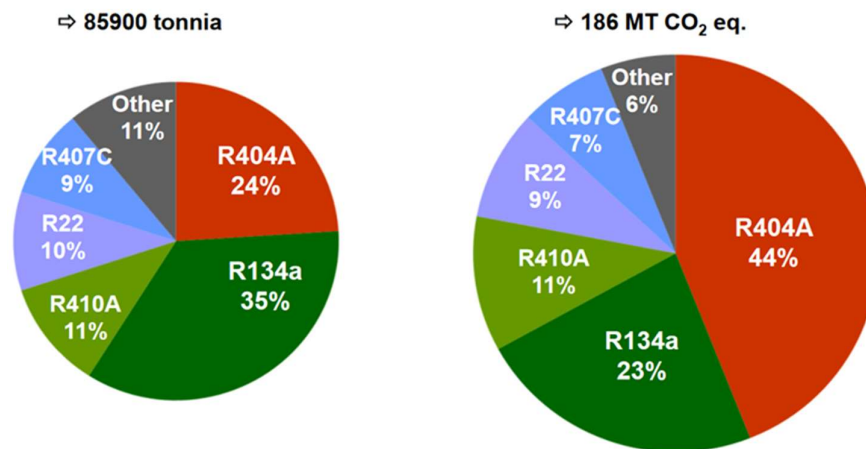
Asetuksella kielletään 1.1.2020 alkaen hyvin korkean lämmitysvaikutuksen (GWP  $\geq$  2500) F-kaasujen käyttö täytöskooltaan yli 40 hiilidioksidiekvivalenttitonin kylmlaitteiden huollossa. Regeneroituja tai kierrätettyjä aineita saa kuitenkin käyttää 31.12.2029 asti. Yleisimmistä käytössä olevista aineista huoltokielto koskee esim. R-404a:ta (GWP=3922) sisältäviä kylmlaitteita, joiden täytös on vähintään 10,2 kg. Huoltokiellosta sallitaan poikkeus aineille, joiden käyttötarkoituksena on maanpuolustus, ja laitteille, joiden tarkoitus on jäähdyttää tuotteet alle -50 °C lämpötilaan. (Ympäristö n.d)

## Maksimi GWP-rajat alkaen:



Kuvio 2. GWP rajat (Kylmäyhdistys)

## Kylmäaineiden käyttö EU:ssa 2010



Source: SKM Enviro Study 08.2012 (sisältää palavat kylmäaineet)

Kuvio 3. Kylmäaineiden käyttö EU:ssa 2010

Yllä olevien käyttökieltojen johdosta maahantuojien hiiliekvivalenttonnien mukaan asetetut kylmäainemäärien tuontiarvot laskevat ja näin pakottavat tekemään kehitystyötä jatkuvasti. Useimmat lämpöpumppujen valmistajat ovat siirtyneet jo R32 kylmäaineeseen sen pienen GWP arvon takia. Esimerkiksi jos kilon R410a kylmäainetta sisältävän ilmalämpöpumpun korvaa (2088 GWP) R32 kilolla kylmäainetta sisältävällä (GWP 675) ilmalämpöpumpulla, niitä saa tuoda maahan 3 kappaletta.

Kylmäaineiden korvaaminen uusilla pienemmän GWP arvon omaavilla kylmäaineilla ei välttämättä aina onnistu, koska vanhoissa laitoksissa ei voida käyttää palavia kylmäaineita. Tällä hetkellä hiilidioksidi isoissa laitteissa on nouseva trendi. Pienet lämpöpumppusovellukset (alle 3 kg) tulevat varmaankin jonkun aikaa toimimaan R32 kylmäaineella. Muutamia hiilidioksidilämpöpumppuja on ollut markkinoilla jo kymmenkunta vuotta.

Kasvihuonekaasuvaikutuksiltaan voimakkaimpien F-kaasujen käytölle on tulossa rajoituksia ja kieltoja, jotka on esitelty ympäristö.fi sivustolla ”Käyttörajoitukset ja kiellot”. Fluorattujen kasvihuonekaasujen käyttö on viime vuosina lisääntynyt, sillä niillä on korvattu kiellettyjä, otsonikerrosta heikentäviä CFC- ja HCFC-aineita, kuten ns. freoneja, ja myös siksi, että kylmä- ja ilmastointilaitteita käytetään entistä enemmän. Fluorattuja kasvihuonekaasuja sisältäviä laitteita ovat mm. jäähdytys-, ilmastointi- ja lämpöpumppulaitteet, osa sammutuslaitteistoista, autojen ilmastointilaitteet ja sähköiset kytkinlaitteistot. (Ympäristö n.d.)

VTT tutkimuksen mukaan aikaisemmin käytettiin kylmäainetta R134a -vaahdon paisutukseen, mutta nykyään tämä paisutus hoidetaan pentaanilla.

päästölähte [Mt CO <sub>2</sub> -ekv/a]	1990		1995		2010	
	Suomi <sup>1)</sup>	EU <sup>2)</sup>	Suomi <sup>1)</sup>	EU <sup>2)</sup>	Suomi <sup>1)</sup>	EU <sup>2)</sup>
<b>HFC-lähteet</b>						
- HFC-23: sivutuote	-	23 600	-	26 500	-	7 200
- solumuovit: XPS	0	0	0	0	0	6 300
- solumuovit: PU	0	0	0	3 400	21	8 100
- jäähdytys ja kiinteä ilmastointi	0	0	16	1 300	1 291	18 200
- ajoneuvojen ilmastointi	0	0	2	1 200	202	17 700
- MDI + yleiset aerosolit <sup>3)</sup>	0	0	3	0	90	9 800
- muut (HFC)	0	0	0	1 300	-	2 200
- valmistus- ja jakeluhäviöt	-	0	-	700	-	2 600
<b>HFC yhteensä</b>	<b>0</b>	<b>23 600</b>	<b>22</b>	<b>34 500</b>	<b>1 604</b>	<b>72 200</b>
<b>PFC- ja SF<sub>6</sub>-lähteet</b>						
- magnesiumin valu (SF <sub>6</sub> )	C	1 700	C	1 500	C	2 900
- sähkölaitteet (SF <sub>6</sub> )	46	4 000	30	4 000	39	4 000
- muut (SF <sub>6</sub> )	C	5 700	C	10 500	C	10 500
- valmistus- ja jakeluhäviöt	0	1 000	0	1 200	0	1 200
- alumiinin tuotanto (PFC)	-	15 300	-	10 100	-	7 100
- puolijohdeteollisuus (PFC <sup>4)</sup> )	C	400	C	1 900	C	15 800
- muut (PFC)	C	2 600	C	3 300	C	3 300
<b>SF<sub>6</sub> ja PFC yhteensä</b>	<b>47</b>	<b>30 700</b>	<b>38</b>	<b>32 600</b>	<b>99</b>	<b>44 900</b>
<b>kaikki yhteensä</b>	<b>47</b>	<b>54 000</b>	<b>60</b>	<b>67 000</b>	<b>1 703</b>	<b>117 000</b>

XPS= suulakepuristettu polystyreeni

PU = polyuretaani

MDI = inhalaatiosumutteet

muut (HFC) = sammutuslaitteet, puolijohdeteollisuus, liuottimet, laboratoriokäyttö

muut (SF<sub>6</sub>) = autojen renkaat, äänieristetyt ikkunat, urheilujalkineet, laboratoriokäyttö, sotilastutkat

muut (PFC) = liuottimet, kylmäaineseokset, lääketieteellinen, laboratorio- ja kosmetiikka käyttö, keinoveri

C = luottamuksellinen tieto (päästö sisältyy yhdisteiden ja lähteiden yhteenlaskettuun kokonaismäärään)

<sup>1)</sup> lähde: ks. perusskenaarioiden yhteenvedo (kohta 5.1)

<sup>2)</sup> lähde: (Harnisch & Hendriks 2000)

<sup>3)</sup> Suomen luvuissa myös saumaaristeen päästöt

<sup>4)</sup> myös SF<sub>6</sub> ja HFC-23

Kuvio 4. Eritellyjä aktuaalisia päästöarvoja Suomessa ja EU-15:ssä vuosina 1990, 1995 ja 2010. (VTT)

### 3 Toimintaympäristön kuvaus ja tehdyt toimenpiteet

Koulullamme ei ole tällä hetkellä niin isoja laitoksia, joita lain mukaan pitää tarkastaa. Harjoituksen vuoksi tarkastamme kuitenkin lämpöpumppuja. Huollot dokumentoimme sähköpostin välityksellä lähetetyillä kuvilla. Huoltotarroja tilasimme kylmäyhdistyksen verkkokaupasta. Samalla tilasimme kylmäainetarroja, koska muutamista vanhemmista tarrat ovat jo kuluneet.

Huoltojen teko tapahtuu joko valmistajan ohjeiden mukaan tai huoltoliikkeen omaa ohjelmaa hyödyntäen. Jotkin laitteet ovat niin vanhoja ja päivitetty useasti, ettei ole vanha huolto-ohjelma enää ajantasainen. Yli kolmen kilon kylmäainemäärän huoltovälit määritellään ympäristölaissa. Nykyään on vielä käytössä CO<sub>2</sub>-ekv arvo, joka on todellisen ympäristökuormituksen mukainen. Huoltopäiväkirjassa olisi hyvä kertoa havainnoista ja poikkeamista normaaliin, sekä kuvata vähän laajemmin huollon suoritusta. Pelkkä "ok" ei kerro tarpeeksi laitteen huollon suorituksesta. (KylmäExtra 1/2019)

Vuototarkastusten piirissä olevan laitteen omistajan on pidettävä jokaisesta laitteesta huoltokirjanpitoa, johon merkitään laitteen sisältämä kylmäaine ja aineen määrä (kg ja CO<sub>2</sub>-ekv) lisätyt tai poistetut kylmäaineet. Lisäksi siinä pitää olla tieto onko käytetyt F-kaasut kierrätetty tai regeneroitu. Lisäksi siinä pitää lukea laitteelle tehdyt toimenpiteet (mm. vuototarkastusten tulokset) ja niiden suorittaja sekä tekijän pätevyystodistuksen numero. Mikäli laite on poistettu käytöstä, se pitää merkitä huoltokirjaan. Laitteessa tai huoltokirjassa on oltava merkintä siitä, milloin laite on viimeksi tarkastettu (esim. huoltotarra). Kirjanpito on pyynnöstä näytettävä viranomaiselle. Laitteenomistajan on säilytettävä huoltotietoja ja huoltotyörytymisen kopiota tiedoista vähintään viiden vuoden ajan. (Ympäristö n.d.)

Harjoitteleminen huolto- ja asennuspöytäkirjan tekoa oppilaittemme kanssa, jotta he tulevaisuudessa osaisivat täyttää tarvittavia mittalaitteita apuna käyttäen lomakkeen ja mikäli tarvetta esiintyy, tehdä tarvittavat huollot ja korjaukset ennaltaehkäisevästi. Ennaltaehkäisevä huoltotoiminta on kylmälaitoksen huollon kannalta kustannustehokkaimmin tapa edetä.

### 3.1. Työnaikaisien vaarojen selvittäminen

Opettajan työssä joutuu keskittymään työnsuojeluun entistä tarkemmin, jotta vaaranpaikat tunnistettaisiin ennakolta ja välttyttäisiin mahdollisimman monelta vaaralta. Vna 685/2015 mukaan, joka kattaa myös kemikaaliturvallisuuslain hoitolaitoksissa, majoitus-, työpaikka- ja kokoontumistiloissa ja muissa niihin verrattavissa tiloissa sekä suurissa yleisötilaisuuksissa saa säilyttää ainoastaan toiminnan harjoittamisen kannalta tarpeellisia määriä kemikaaleja. Määräaika, minkä asetus antaa toiminnanharjoittajan muutoksille, on 3 kuukautta. Siinä ajassa pitää ilmoittaa uusi vastuuhenkilö, jos vastuuhenkilö irtisanoutuu tai ei muuten voi enää toimia tehtävässään.

Kylmälaitoksien vauriot johtuvat yleensä mekaanisen kestävyuden heikkenemisestä. Se aiheutuu tärinästä, nesteiskusta, lämpörasituksesta, eroosiosta tai korroosiosta. Lisäksi korroosiota pitää erityisesti koittaa välttää pitämällä eristys kunnossa, jotta kosteuden diffuusio ei aiheuta sitä huomaamattomiin paikkoihin. Standardin (EN 378 1) mukaan yleisesti käytetyt kylmäaineet ovat ilmaa raskaampia. R- 717 taas on ilmaa kevyempi kylmäaine. Nämä vaarat liittyvät kylmäaineiden fysikaaliseen ja kemialliseen koostumukseen sekä kylmäainepiireissä esiintyviin paineisiin ja lämpötiloihin. On myös huomioitava vaarat, kuten kompressorin painepuolen liiallinen lämpötila, nesteisku ja virheellinen toiminta. (EN 378 1 2016 sivu 5)

Atex -tarpeen luokittelun jälkeen pitää koulussamme ottaa huomioon myös pitkät loma-ajat laskennassa. Tietyn vaara-ajan esiintymistiheys vuodessa laskee tämän takia.

Raskaiden kylmäainehöyryjen muodostamia liikkumattomia taskuja olisi vältettävä ilmanvaihdon sisääntulojen ja poistoilma-aukkojen kunnollisella sijoittelulla. Tähän asiaan koulullamme ei voi enää niin paljon vaikuttaa. Suunniteltaessa uutta tilaa nämä asiat pitää ottaa sitten huomioon. Kylmäaineet ja niiden seokset öljyjen, veden tai muiden aineiden kanssa voivat vaikuttaa koneistoon kemiallisesti ja fysikaalisesti. Ne voivat vuotaessaan ulos kylmäkoneistosta olla mahdollisten haitallisten ominaisuuksiensa vuoksi vaarallisia ihmisille, omaisuudelle tai ympäristölle. Aina, kun on vaara kylmäainepitoisen öljyn vuotoon, pitää varautua

imeytysaineella ja imukykyisellä kertakäyttölinalla. Esimerkiksi öljynvaihtotyötä kompressorille tehtäessä. (EN 378 1 2016 sivu 5)

Kylmäaineiden valinnassa on otettava huomioon niiden potentiaaliset vaikutukset maailmanlaajuiseen ympäristöön (ODP, GWP) sekä mahdolliset vaikutuksen paikalliseen ympäristöön. Tämän takia koulullamme uutta laitteistoa hankkiesamme ostamme pienimmän GWP kuorman omaavia laitteita. Kuormituksen minimoinnilla ja valvontamenetelmillä saadaan myös kestävän kehityksen ajattelutapaa oppilaidemme tietoisuuteen. Lisäkustannuksilla voidaan vähentää vuotoja, vaikuttaa koneiston energiatehokkuuteen tai muuttaa koneiston rakennetta siten, että siinä käytettävää kylmäainetyyppiä on mahdollista vaihtaa. Elinkaariajattelu on tarpeellista, jotta voidaan yksilöidä missä lisäkustannuksilla tehtävillä muutoksilla on eniten suotuisia vaikutuksia. (EN 378 1 2016 sivu 5)

Lisäksi on tarkoin määritelty henkilöstölle ja tiloihin pääseville opastamattomille henkilöille rajat, milloin he voivat päästä kylmäaineita sisältävään tilaan. Pelastushenkilökuntaan kuuluville pitää tiedottaa myös onko käytössä palavia kylmäaineita vai vanhempia palamattomia kylmäaineita. Tähän liittyen Lapuan kaupungin palotarkastaja kävi tekemässä arvion siitä, mitä lisävaatimuksia pitää ottaa huomioon palavien kylmäaineiden kanssa. Palotarkastajan mukaan kaikki tukehduttavat kaasut on syytä säilyttää suojakaasukeskuksessa. Palavat kaasut pitää säilyttää niille varatussa tuuletetussa kaapissa, jonka hankinta pitää myös tehdä.



### 3.2. Käyttöpaikan dokumentointi

Koulussamme käyttöpaikan dokumentointi on suoritettu siten, että käytettävät kylmäaineet on ilmoitettu tarroin luokan ovesa ja palopäällikön ohjeistamassa paikassa. Koneikkojen käyttöohjeet ovat opettajan huoneessa säilytyksessä. Asentajan on myös toimitettava asianmukaisesti suojattu helposti luettavissa oleva dokumentaatio, jonka on sijaittava kylmäkoneiston käyttöpaikkaa lähellä.

Jos kyseessä ovat split- tai multisplit-koneistot, käyttöpaikkana voidaan pitää ulkona sijaitsevaa koneistoa. Tässä käyttöpaikan ohjeessa on oltava ainakin seuraavat tiedot:

- a) asentajan, hänen huoltoyksikkönsä, kylmäkoneiston käyttäjän huoltoyksikön nimi, osoite ja puhelinnumero sekä palolaitoksen, poliisin, sairaaloiden ja palovammakeskusten osoitteet ja puhelinnumerot
- b) kylmäaineen laatu esittämällä sen kemiallinen kaava ja numeerinen nimike (ks. standardin EN 3781:2016 opastava liite E
- c) ohjeet kylmäkoneiston alasajoon hätätilanteessa
- d) suurimmat sallitut käyttöpainet
- e) yksityiskohtaiset tiedot syttyvyydestä, jos käytetään helposti syttyvää kylmäainetta (luokan A2L-, A2-, A3-, B2L-, B2-, B3-kylmäaine)
- f) yksityiskohtaiset tiedot, jos käytetään myrkyllistä kylmäainetta (luokan B1-, B2L-, B2-, B3- kylmäaine) (EN 378 3)

Koneikkojen kylkeen liimataan tarrat, joissa näkyy mitä kylmäainetta kyseisessä koneikossa käytetään. Kylmäaineluokassamme olevia koneikkoja ei ole tarkoitus käyttää ilman valvontaa. Ainoastaan tyhjiöpumppu voi käydä ilman valvontaa yöllä. Tällä hetkellä ei ole tarpeen tyhjiöidä vuorokautta ympäri, koska koneikkojen koko on niin pieni. Tulevaisuudessa tyhjiöintiaikaa lisätään koneiden koon kasvaessa. Tarkoituksena on tulevaisuudessa saada muutamia koneita yli 3 kg kylmäaine täytöksellä. Koneikkojen määrää rajoittaa tilojemme pienenä. Tulevaisuudessa saamme ehkä lisätilaa, joka on korvamerkitty kylmäluokaksi.

### 3.3. Käyttöturvallisuustiedotteet

Käyttöturvallisuustiedotteet pitää olla aina saatavilla mahdollisimman helposti. Erityisesti ne pitää olla saatavilla huoltoautossa mahdollisen vahingon varalta. Meidän koulussamme tämä asia hankaloituu, koska siellä on useita autoja. Koska kylmäpuolella ei ole omaa autoa, monistenippuja pitäisi olla mukana useita. Helpottaaksemme asiaa allekirjoittanut otti käyttöön Wurth:n iisi -sovelluksen. Se kulkee aina mukana matkapuhelimessa ja voidaan päivittää kaikilla mahdollisilla käyttöturvallisuustiedoilla. Siinä on valmiina kaikki olemassa olevat Wurthin asiakkailleen toimittamat kemikaalit, jolloin siihen piti luoda aluksi vain kylmäalan käyttämät kemikaalit. Se päivittyy omien tuotteidensa osalta automaattisesti. Itse luodut käyttöturvallisuustiedotteet pitää itse päivittää tarpeen mukaan. Hankaluutena allekirjoittaneelle tulee aina iso lista ostettuja tuotteita, koska pääkäyttäjälle on lähetetty tieto automaattisesti järjestelmän mukaan.

Käyttöturvallisuustiedotteessa kerrotaan, mitä turvallisuuteen vaikuttavia seikkoja pitää ottaa huomioon. Siellä kerrotaan pelastusviranomaisille tarkoitettuja tietoja. Lisäksi sieltä saa selville mitä henkilönsuojaimia pitää käyttää käsitellessä tiettyjä kemikaaleja.

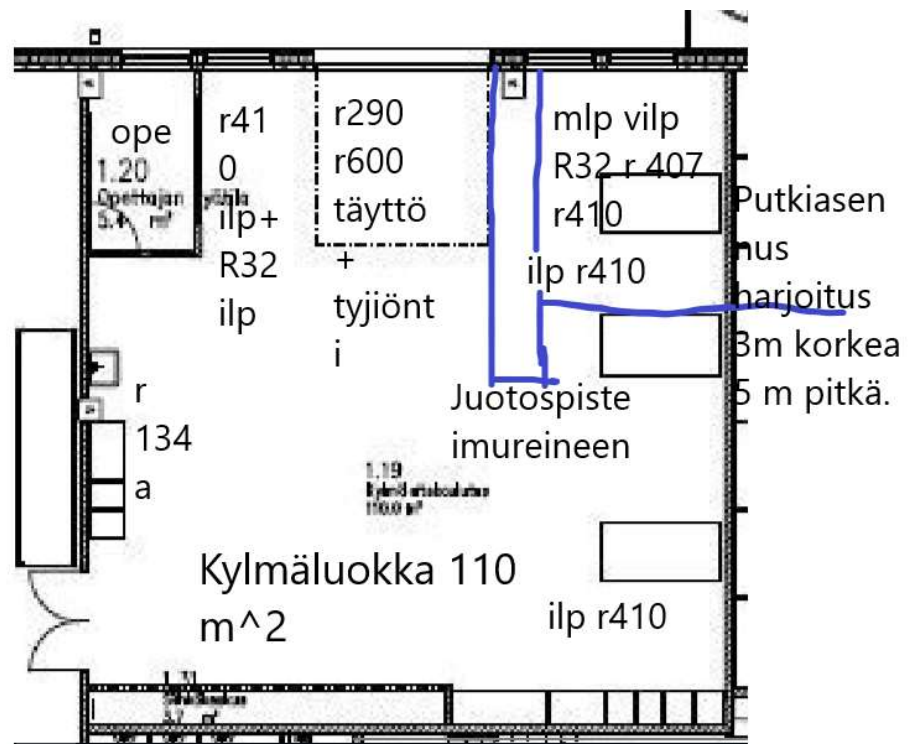
## 4 Riskianalyysi

Riskianalyysi pitää tehdä aina tarpeen niin vaatiessa. Arvioimme koulullamme, mitä riskejä pitää ottaa huomioon käsiteltäessä palavia kylmäaineita. Sedu työturvallisuustoimikunta pitää ottaa myös mukaan suunnitteluun, koska viime kädessä he päättävät työturvallisuuden määritelmän palavilla kylmäaineilla. Koulullamme on käytössä Granite -ohjelma, johon kirjataan kaikki riskianalyysiin kuuluvat kohdat.

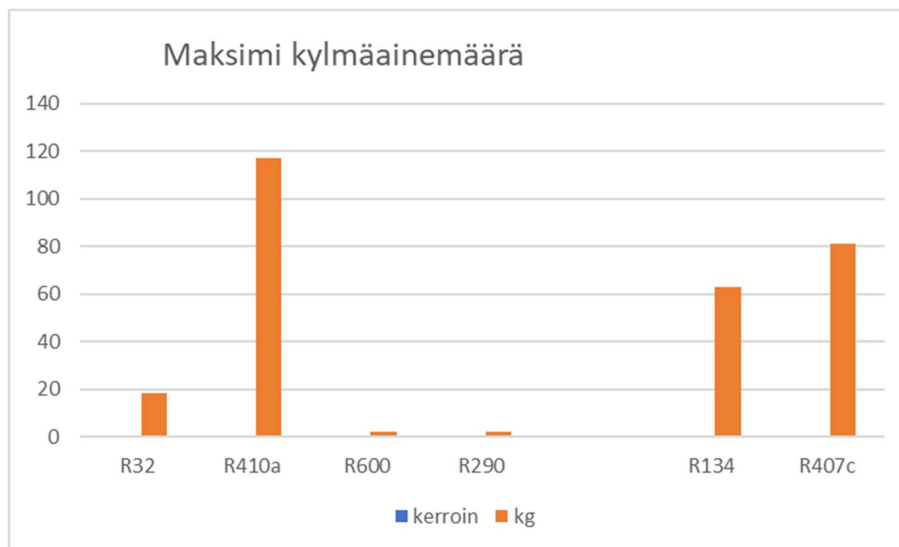
### 4.1. Riskianalyysin tilamäärittely

Laskelmien perusteella on mitoitettava maksimi kylmäainemäärä, joka sallitaan luokkatilassa laitteissa. Mitoituksen teko on hiukan haastavaa. Koska 6 kylmäaineelle ei ole suoraan valmista kaavaa, joudutaan soveltamaan olemassa olevia kaavoja. Standardista löytyy sallittu kylmäainepitoisuus monelle kylmäaineelle suoraan ja lisäksi löytyy käytännön raja-arvo. Näistä saadaan laskettua maksimimäärä per kylmäaine kuviossa 6. Tämä luku pitää jakaa vielä kuudella, jotta saadaan kylmäaine kohtainen raja. Käytettäessä kylmäaineen tunnistavaa vuotohälytintä rajoja voidaan vielä nostaa, mutta koulullamme tähän ei ole tarvetta.

Säilytämme huoltoharjoituksiin käytettäviä kylmäaineita eri tilassa, jolloin niitä ei tarvitse ottaa huomioon luokkatilan kylmäainemäärää laskiessa. Kuviossa 5 näkyy eri kylmälaitteiden sijoitus luokkahuoneessa. Osassa kylmäkoneissa on pyörät alla, joten sijoittelu saattaa muuttua. Kylmäaineen kokonaismäärä ei täyty yhdelläkään kylmäaineella, vaan päinvastoin voidaan vielä hankkia lisää kylmäkoneistoja tulevaisuudessa.



Kuvio 5. Luokkatila



Kuvio 6. Maksimi kylmäainemäärä

## 4.2. Riskianalyysi töiden määrittely

Standardin EN 378 mukaisen merkittävien vaaratekijöiden luettelo on kuviossa 7. Siinä on vaaratekijöitä, joita pitää ottaa huomioon tässä kylmätöiden riskianalyyssissä.

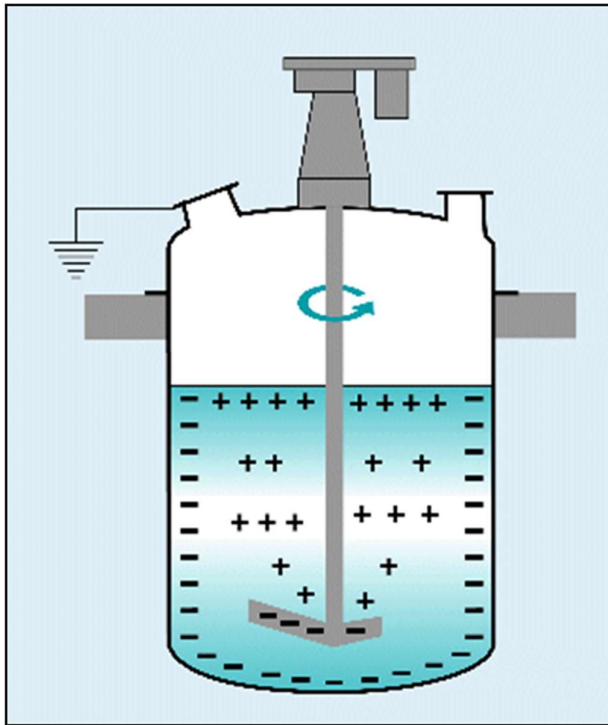
Taulukko D.1 Merkittävien vaaratekijöiden luettelo

Standardin EN ISO 12100 mukainen nro	Vaaratekijät, vaaralliset tilanteet ja vaaralliset tapahtumat	Standardin EN 378-2:2016 vastaava kohta
1	<b>Mekaaniset vaaratekijät</b> , joiden aiheuttajina ovat:	
	Viiltovaara	<a href="#">6.2.11</a>
	Korkeapaineisen neste- tai kaasusuihkun tunkeutumisen vaara	<a href="#">5.2.1</a> , <a href="#">5.2.2</a> , <a href="#">5.3.2</a> , <a href="#">6.2.3</a>
2	<b>Sähköstä johtuvat vaaratekijät</b> , jotka aiheuttavat:	
	Henkilöiden kosketuksesta jännitteisiin osiin (suora kosketus)	<a href="#">6.2.9</a>
	Henkilöiden kosketuksesta vian seurauksena jännitteisiksi tulleisiin osiin (epäsuora kosketus)	<a href="#">6.2.6.7</a> , 9.2.6
	Sähköstaattisista ilmiöistä	<a href="#">6.2.9</a>
	Lämpösäteilyä tai muista ilmiöistä, kuten sulaneiden osien sinkoutumisesta sekä oikosulkujen, ylikuormitusten jne. aiheuttamista kemiallisista vaikutuksista	<a href="#">6.2.9</a> , <a href="#">6.2.10</a>
3	<b>Lämpötilasta johtuvat vaaratekijät</b> , joista seuraa:	
	Palo- ja paleltumisvammoja, joita aiheuttavat koskettaminen hyvin kuumiin tai kylmiin kapaleisiin tai aineisiin, liekit tai räjähdykset sekä lämpösäteily	<a href="#">6.2.6</a> , <a href="#">6.2.10</a> , <a href="#">6.2.14</a>
	Vaaratekijät, jotka ovat seurausta haitallisten nesteiden, kaasujen, sumujen, huurujen tai pölyjen kosketuksesta tai hengittämisestä	<a href="#">5.1.2</a> , <a href="#">5.3.1.4</a> , <a href="#">6.2.3.5</a> , <a href="#">6.2.4</a>
7	Materiaaleista tai aineista johtuvat vaarat:	
	Vaaratekijät, jotka ovat seurausta haitallisten nesteiden, kaasujen, sumujen, huurujen tai pölyjen kosketuksesta tai hengittämisestä	<a href="#">5.1.2</a> , 5.1.3.4, <a href="#">6.2.3.5</a> , <a href="#">6.2.4</a>
	Tulipalon tai räjähdysvaara	<a href="#">6.2.5.1</a> , <a href="#">6.2.6</a> , <a href="#">6.2.14</a>
10	<b>Koneen käyttöympäristöön liittyvät vaarat:</b>	
	Likaantuminen ja hapen puute	<a href="#">5.1.2</a> , <a href="#">5.3.1.4</a> , <a href="#">6.2.4</a>

kuvio 7. EN 378 2 mukainen vaaratekijäluettelo

## 4.3. Staattinen sähkö

Riskianalyyssissä otetaan huomioon myös staattinen sähkö, kuten STAHA:n opuksessa on neuvottu. STAHAN mukaan tyypillisiä teollisuuden kohteita, joissa muodostuu staattista sähköä, ovat nesteiden pumppaukset ja siirrot putkistossa ja ilmastoinnit. Nesteet varautuvat nesteen ja sen kanssa kosketuksessa olevan kiinteän aineen (laite tai nesteeseen liukenematon kiintoaine) keskinäisestä liikkeestä.



Kuvio 8. Nesteen varautuminen (STAHA)

Nesteet varautuvat myös, jos niihin on sekoittunut toista nestettä pisaroina. Nestesuihkun hajoaminen pieniksi pisaroiksi voi aiheuttaa voimakkaan varautumisen (STAHA). Nämä edellä mainitut tilanteet voivat tapahtua kylmäaineellakin. Virtausesteet (venttiilit ja pumput) aiheuttavat nesteiden varautumista (STAHA). Virtausesteitä on paljon kylmälaitoksissa, jolloin ne aiheuttavat staattista sähköä. Kaasun staattinen varautuminen ei yleensä tapahdu puhtailla kaasuilla, mutta kaasun joukossa olevat nestepisarot varautuvat.

Kuviossa 9 on tyypillinen kylmäaineen käsittelytilanne. Siinä siirretään jätekyllmäainetta talteenottopullostaa palautettavaan jätekyllmäainesäiliöön. Tämä kuviossa oleva jätekyllmäaine hävitettiin Onnisen toimesta.



Kuvio 9. Kylmäaineen siirto pullosta toiseen

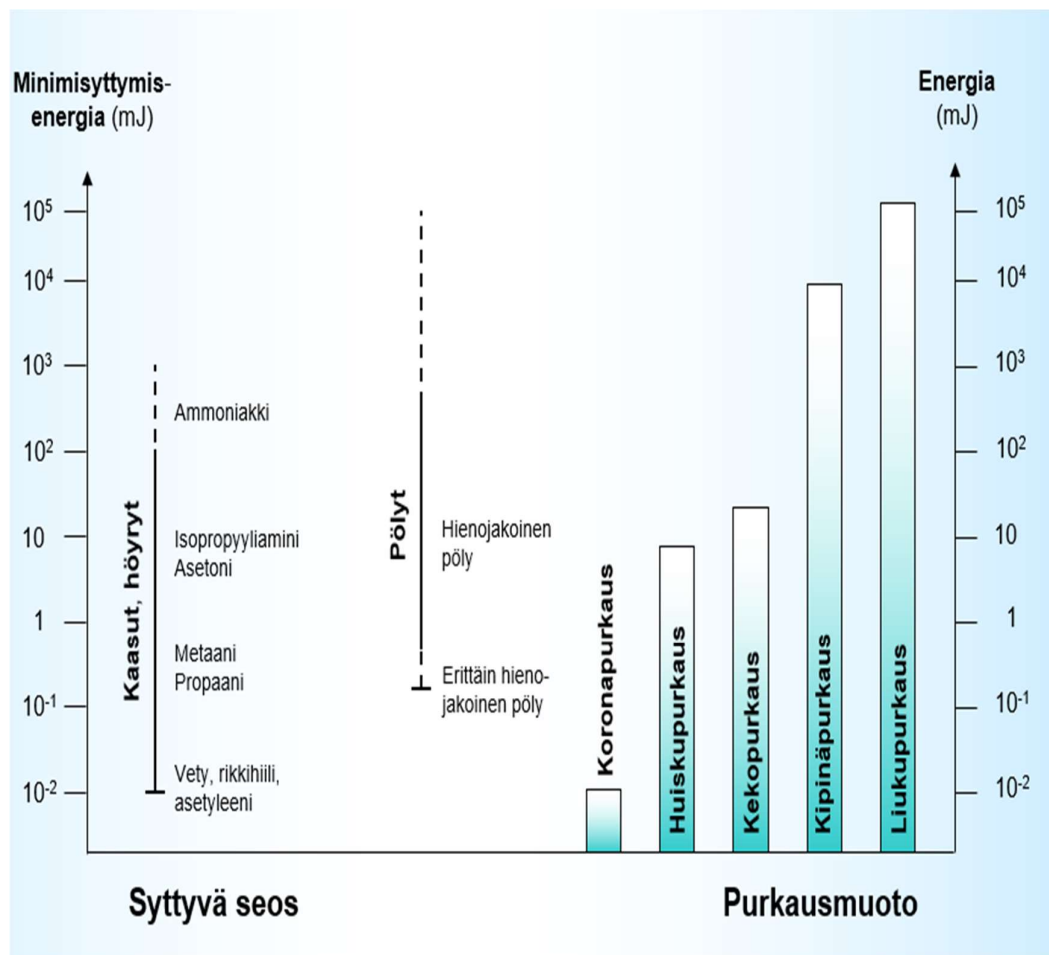
Minimisyttymisenergia (MIE) ilmoitetaan kyseessä olevan aineen ja ilman muodostaman herkimmin syttyvän seos- suhteen syttymisenergiana.

Käytännössä arvo on yleensä korkeampi kuin mittauksella saatu MIE-arvo.

Mitatut arvot toimivat ohjearvoina siitä, miten helposti aineet voivat syttyä staattisen sähköön purkauksista. Standardiolosuhteissa kaasujen ja höyryjen MIE-arvot ovat 0.01 mJ - 0,3 mJ. Pölyillä arvot ovat alle 1 mJ:sta yli 10 mJ:een.

(STAHA)

Kuviossa 10 esitetään propaanin minimisyttymisenergia. Propaani on yksi kylmäaine, jota käytetään pienissä kylmälaitoksissa. Sen luokitus on muuttunut tänä vuonna ja kaupan kylmälaitteissa saa käyttää jo 500g propaani täytöksellä olevia laitteita.



kuvio 10. staattisen sähköön purkausmuodot (STAHA)



#### 4.4. Vaarojen tunnistaminen kylmätekniikassa

Tapaturmien vaarojen tunnistaminen luokkatilassa on suoritettu alla olevan kuvion 11 mukaisesti. Suojalasit ja suojakäsineet ovat pakollinen varuste kylmäasentajalle, joten niistä on huomautus. Kylmäluokan nosto-ovi avataan, kun käsitellään kylmäaineita. Öljyjen käsittelyn yhteydessä käytetään imeytystekstiiliä. Maadoitus kylmäkoneikkoon aina kun tarpeen. Elektroninen mittarisarja sisältää valmiiksi maadoituspuristimen.

TAPATURMAN VAARA (T)		VAAROJEN TUNNISTAMINEN		
Yritys <b>Sedu Lapua</b>	Arvioinnin kohde <b>Kylmäaineiden käsittely</b>			
Päiväys <b>25.2.2020</b>	Tekijät <b>Niko Peltokangas</b>			
	Aiheuttaa vaaraa tai haittaa	Ei vaaraa tai haittaa	Ei tietoa	Kommentteja ja tarkennuksia
<b>Työympäristö</b>				
T1. Liukastuminen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Öljyvuodot imeytetään heti
T2. Kompastuminen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Luokkatilan järjestely tarpeen mukaan
T3. Henkilön putoaminen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A-tikkaat suojakaiteilla
T4. Lukittuun tilaan jääminen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Poistumistiet ei lukittu sisäpuolelta
T5. Sähköisku tai staattisen sähkön purkaus	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maadoitukset tarpeen mukaan
T6. Hapen puute	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kaasu hälytyn luokkatilassa
T7. Veden varaan joutuminen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T8. Tavarankuljetukset tai muu liikenne	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T9. Järjestys ja siisteys	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Toiminta suunnitelma järjestykseen
<b>Esineet ja aineet</b>				
T10. Esineiden putoaminen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Turvajalkineet
T11. Esineiden kaatuminen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T12. Sortuminen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T13. Esineiden ja aineiden sinkoutuminen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Suojalasit
T14. Liikkuvan esineen aiheuttama isku	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T15. Puristuminen esineiden väliin	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T16. Takertuminen liikkuvaan esineeseen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
T17. Viilto-, leikkautumis- tai pistovaara	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Viiltosuoja käsineet putkisto asennuksissa
T18. Eläimen tai ihmisen toiminta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muut oppilaat ei työ alueelle.
<b>Muita mahdollisia vaaratekijöitä</b>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Arvioi riski	Seuraa tilannetta	Selvitä	

Kuvio 11. Tapaturman vaarat

Fyysinen kuormittuminen on selvitetty kuvion 12 mukaisesti. Isompi harjoitustila olisi tarpeen, mutta poistamalla pöydät saimme lisätilaa luokkaan. Teoriaopetus tapahtuu tämän jälkeen toisessa luokassa. Juotostoissa on välillä hankalia asentoja. Silloin pitää tauottaa työskentelyä tarpeen mukaan. Tällä hetkellä liikutemme koneikkoja pumppukärryn avulla ja välillä saamme trukin avuksi. Tulevaisuudessa trukin käyttöä lisätään ja koulutaudutaan trukikortilla tarpeen mukaan.

## FYYSINEN KUORMITTUMINEN (E)

## VAAROJEN TUNNISTAMINEN

Yritys <b>Sedu Lapua</b>	Arvioinnin kohde <b>Kylmäluokassa työskentely</b>			
Päiväys <b>25.2.2020</b>	Tekijät <b>Niko Peltokangas</b>			
	Aiheuttaa vaaraa tai haittaa	Ei vaaraa tai haittaa	Ei tietoa	Kommentteja ja tarkennuksia
<b>Työpiste</b>				
E1. Työvälineiden sijoittelu	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
E2. Työskentelytilan riittävyys	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Isompi tila olisi tarpeen
E3. Työskentelytason korkeus	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
E4. Näytöt ja näyttöpäätteet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Työasento</b>				
E5. Selän asento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hankalat asennot väsyttävät
E6. Hartioiden ja käsien asento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hankalat asennot väsyttävät
E7. Ranteen ja sormien asento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
E8. Pään ja niskan asento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hankalat asennot väsyttävät
E9. Jalkojen asento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Polvillaan olo rasittaa
<b>Fyysinen kuormittuminen</b>				
E10. Jatkuva istuminen tai seisominen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
E11. Kiipeäminen ja liikkuminen tasolta toiselle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A-tikkailla kiipeäminen
E12. Työn tauotus ja työtahti	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
E13. Jatkuvasti samana toistuvat työliikkeet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
E14. Käsien tehtävät nostot, siirrot tai taakan kannattelu	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Työvälineet</b>				
E15. Työkalujen, koneiden ja laitteiden käytettävyyden	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Muita mahdollisia vaaratekijöitä</b>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Arvioi riski	Seuraa tilannetta	Selvitä	

Kuvio 12. Fyysinen kuormittuminen

Psykososiaaliset kuormitustekijät on määritetty kuvion 13 mukaan. Huolellisuus korostuu työn teossa. Tekemällä asennukset kerralla huolellisesti saavutetaan laatua, joka kestää tarkastelun myös tulevassa työpaikassa. Joitain asioita pitää toki harjoitella kauan ennen kuin ollaan vaatimukset täyttävällä tasolla. Työn suunnittelu on hankalaa asiakaskohteissa. Asiakaskohtaamisia pitää tapahtua tarpeeksi, jotta asiakaspalvelutaito kehittyy. Yksintyöskentely tulitöissä ei ole sallittua, vaan paikalla pitää olla aina tulityönvartija.

## PSYKOSOSIAALISET KUORMITUSTEKIJÄT (P)

## VAAROJEN TUNNISTAMINEN

Yritys <b>Sedu Lapua</b>	Arvioinnin kohde <b>Kylmäharjoitukset</b>			
Päiväys <b>25.2.2020</b>	Tekijät <b>Niko Peltokangas</b>			
	Aiheuttaa vaaraa tai haittaa	Ei vaaraa tai haittaa	Ei tietoa	Kommentteja ja tarkennuksia
<b>Työn sisältö</b>				
P1. Yksipuolinen työ	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Monipuolisuus
P2. Työn laadulliset vaatimukset	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ympäristön huomioinnin ottaminen
P3. Työtehtäviin kuuluva vastuu	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Huolellisuus
P4. Valppaana olo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tulityöt
P5. Tiedon käsittely	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Jatkuva oppiminen
P6. Työn keskeytykset	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pyrittävä tekemään tietty toimi kerralla
P7. Työtehtäviin sisältyvät vuorovaikutustilanteet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Asiakkaiden kanssa kommunikointi
P8. Väkivallan uhka	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Organisointi ja toimintatavat</b>				
P9. Työnjako, tehtävänkuvat ja tavoitteet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tehtävän anto aluksi
P10. Vaikutusmahdollisuudet omaan työhön	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Työtapojen selvittely
P11. Työn määrä ja työtahti	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rauhallisuus
P12. Työajat (mm. ylityöt, vuorotyö, yötyö ja työn sidonnaisuus)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Oppilastöissä harjoituspaikan mukaan
P13. Liikkuva työ	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Keikkamainen työnkuva
P14. Työsuhteen epävarmuus	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
P15. Työskentelyolosuhteet ja työvälineet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Omien työkalujen kunnossapito
<b>Työyhteisön sosiaalinen toimivuus</b>				
P16. Yksintyöskentely	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ei tulitöissä
P17. Esimiehen ja työyhteisön tuki	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
P18. Yhteistyö ja tiedonkulku	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
P19. Häirintä ja epäasiallinen kohtelu	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
P20. Syrjivä kohtelu	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Muita mahdollisia vaaratekijöitä</b>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Arvioi riski	Seuraa tilannetta	Selvitä	

Kuvio 13. Psykososiaaliset kuormitustekijät

Fysikaaliset vaaratekijät on määritetty kuvion 14 mukaan. Juotostöissä luokassa on käytössä kohdepoisto. Oikeassa työtehtävässä tätä mahdollisuutta ei valitettavasti ole. Työpaikan lämpötila voi vaihdella paljon esimerkiksi työskenneltäessä ja korjattaessa isoa pakastinvarastoa. Ison pakastinvaraston koko alkaa 100m<sup>3</sup>:stä ja pakastinvaraston lämpötila on noin -20 astetta. Höyrystimen lämpötila voi olla -32 astetta. Valaistus pitää kantaa mukana. Tällöin käytettävä ot-savalaisin on kätevä laittaa vaikka kypärään kiinni.

## FYSIKAALISET VAARATEKIJÄT (F)

## VAAROJEN TUNNISTAMINEN

Yritys <b>Sedu Lapua</b>	Arvioinnin kohde <b>Kylmäala</b>			
Päiväys <b>25.2.2020</b>	Tekijät <b>Niko Peltokangas</b>			
	Aiheuttaa vaaraa tai haittaa	Ei vaaraa tai haittaa	Ei tietoa	Kommentteja ja tarkennuksia
<b>Melu</b>				
F1. Jatkuva melu	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ei jatkuvaa
F2. Iskumelu	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kuulonsuojaimet käytössä
<b>Lämpötila ja ilmanvaihto</b>				
F3. Työpaikan lämpötila	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tasinen lämpö luokassa
F4. Yleisilmanvaihto ja kohdepoistot	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kohdepoisto juotostöissä
F5. Vetoisuus	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F6. Kylmät ja kuumat esineet ja pinnat	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lämpötilan vaihtelu kylmäprosessin mukaan
F7. Työskentely ulkotiloissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Isot pakkaset joissa höyrystin korjauksia
<b>Valaistus</b>				
F8. Yleisvalaistus	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F9. Kohdevalaistus työpisteissä	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Juotos imurissa lisävalaisin
F10. Ulkovaalaistus	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Tärinä</b>				
F11. Käsiin kohdistuva tärinä	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F12. Koko kehoon kohdistuva tärinä	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Säteilyt</b>				
F13. Ionisoiva säteily	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F14. Ultravioletti säteilyt (UV)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F15. Lasersäteilyt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F16. Infrapunasaiteilyt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F17. Mikroaallot	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F18. Sähkömagneettiset kentät	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kylmäkoneen käynnissä olo aiheuttaa magneettikentä
<b>Muita mahdollisia vaaratekijöitä</b>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Arvioi riski	Seuraa tilannetta	Selvitä	

Kuvio 14. Fysikaaliset kuormitustekijät

Kemialliset ja biologiset vaaratekijät on määritetty kuvion 15 mukaan. Kemikaalien käyttötavat ovat opetuksessamme tärkeimmästä päästä. Sitä harjoitellaan koko ajan. Kylmäaineiden käsittelystä on oma kurssinsakin. Varastointi tapahtuu palopäällikön suosituksen mukaan. Hävittäminen tapahtuu Onnisen toimesta jätekylläaineen kilomäärien mukaan. Juotostyössä on oltava imuri tai kaasumaski juotettaessa likaantunutta kylmäainetta sisältävää kylmäkonetta.

**KEMIALLISET VAARATEKIJÄT (K)**  
**BIOLOGISET VAARATEKIJÄT (B)**

VAAROJEN TUNNISTAMINEN

Yritys <b>Sedu Lapua Kylmätekniikka</b>	Arvioinnin kohde <b>Kylmäaineiden käsittely</b>			
Päiväys <b>25.2.2020</b>	Tekijät <b>Niko Peltokangas</b>			
	Aiheuttaa vaaraa tai haittaa	Ei vaaraa tai haittaa	Ei tietoa	Kommentteja ja tarkennuksia
<b>Tiedot kemiallisten vaarojen tunnistamiseksi</b>				
K1. Kemikaaliluettelo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
K2. Kemikaalien pakkausmerkinnät	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
K3. Käyttöturvallisuustiedotteet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Wurth IISI sovellus</b>
<b>Kemikaalien käyttö</b>				
K4. Kemikaalien käyttötavat	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Opastus tehtävä aina</b>
K5. Kemikaalien varastointi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Kemikaalikaapi hankittava</b>
K6. Kemikaalien käytöstä poisto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Onninen hävittää</b>
<b>Työssä esiintyvät ja syntyvät altisteet</b>				
K7. Vaaralliset ja haitalliset kemikaalit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
K8. Syöpää aiheuttavat, perimää vaurioittavat ja lisääntymis- ja terveydelle vaaralliset kemikaalit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
K9. Allergiaa aiheuttavat kemikaalit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
K10. Palo- ja räjähdysvaaralliset kemikaalit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Käsiteltävä varoen</b>
K11. Pölyt ja kuidut	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
K12. Kaasut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Kylmäaineet neste/kassu olomuodossa</b>
K13. Höyryt, huuрут ja savut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Juotostyössä oltava imuri</b>
K14. Altisteiden yhteisvaikutukset	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Biologiset vaaratekijät</b>				
B1. Bakteerit ja virukset	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
B2. Hiiva- ja homesienet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
B3. Alkueläimet, loiset, hyönteiset	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Muita mahdollisia vaaratekijöitä</b>				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Arvioi riski	Seuraa tilannetta	Selvitä	

kuvio 15. Kemikaaliset ja biologiset kuormitustekijät

#### 4.5. Granite-ohjelman läpikäynti

Graniten käyttöönotto ei sujunut aivan helposti ja useasti piti soittaa pääkäyttäjälle. Jostain syystä ohjelma ei aina tunnistanut, mitkä valinnat oli tehty. Tästä syystä ohjelmassa ei näkynyt kaikki tarvittavat koulutusalat. Luokkahuoneemme sijaitsee uudella puolella konetekniikan luokkatilojen yhteydessä. Vanhat tilat ovat osittain käytössä talotekniikan työpajan yhteydessä. Tästä syystä piti valikoida myös kaksi koulutusalaa, joiden pohjalta tehdään riskianalyysi. Juotostyöt tapahtuvat yleensä vanhoissa tiloissa, koska siellä on enemmän juotosimureita ja seinästä saadaan juottamiseen tarvittavaa asetyleeniä ja hapetta. Lisäksi siellä on yläkerrassa muutama harjoitustyö. Tällä hetkellä kuitenkin pääasiallisesti käytetään kylmäluokkaa, jossa harjoitellaan kylmäaineiden käsittelyä. Kylmäaineiden käsittelyllä tarkoitetaan tässä yhteydessä talteenottoa ja laitoksen tyhjiöimistä ja kylmäaineen täyttöä kylmäkoneistoon. Kylmäaineiden siirtoa pullosta toiseen voidaan myös harjoitella (kuvio 9), koska tämä tulee työelämässä kuitenkin tehtäväksi. Yleensä kylmäliikkeet ostavat ison noin 40-50 kg sisältävän kylmäainepullon, josta sitten voidaan ottaa mukaan keikkapulloon kylmäainetta. Keikkapullo on pienempi noin 10 kg kylmäainetta sisältävä pullo.

## 5 Työkalut ja niiden turvallinen käyttö

Jotta oltaisiin EX-laitteiden kanssa oikealla turvallisuusalueella, joudutaan hankkimaan uusia työkaluja. Jo nyt on hankittu tyhjiöpumppu (kuvio 19) ja uusi mittarisarja (kuvio 20). Talteenottolaite on pakollinen varuste ja siksi hyvin tarpeellinen. Mittarisarjan perusteella voi arvioida kylmäaineen määrää, mutta ainoastaan talteen ottamalla ja punnitsemalla saadaan selville todellinen määrä tarkasti. Ryhdyttäessä huoltamaan palavia kylmlaitteita pitää aina varmistua, että palavaa kylmäainetta ei ole jäljellä esim. öljyyn liunneena. Varminta onkin ensin huuhdella kuivalla tyypellä avattava piiri, jotta pienetkin määrät palavaa kylmäainetta saadaan poistettua ja työkohte turvalliseksi. Butaanin (R600a) ja Propanin (R290) täyttöön tarvittavat työkalut piti myös hankkia.

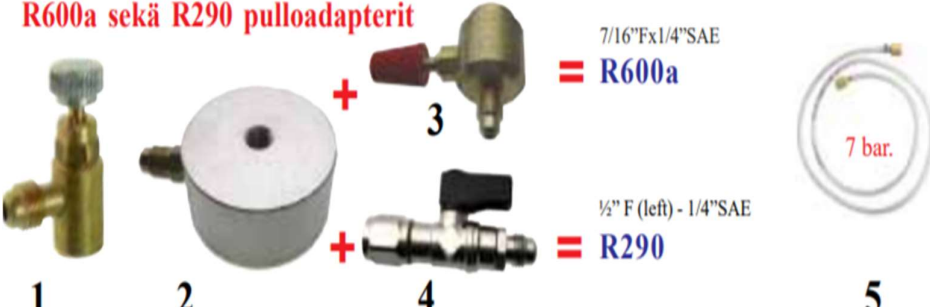
**R290 Kierre ½" F (left)**  
tarvitaan adapteri ½" F (left) - 1/4"SAE

**R600a**



1	6800	R290 Kylmäaine 370g Kierre ½" F (left)		
2	6803	R600a kylmäaine 420g hyväksynät TUV, CE,T, PED		

**R600a sekä R290 pulloadapterit**



7/16"Fx1/4"SAE = R600a

½" F (left) - 1/4"SAE = R290

7 bar.

1	6802	R600a kylmäaineen pulloventtiili	7/16"Fx1/4"SAE	
2	6373	Kylmäpullo-alusta 1/4"x1/4" 60 mm		
3	6374	R600a adapteri hanalla ja avajalla 7/16"Fx1/4"SAE		
4	6376	R290 adapteri hanalla ja avajalla ½" F (left) - 1/4"SAE		
5	6386	Taipuisa letku 1,1 m PVC R600a/R290-1/4"x 1/4"		

Kuvio 16. R290+R600a työkalut (RESTEC)

## 5.1. Kaasunilmaisin

Kannettava kaasunilmaisin on pakollinen lisävaruste käytettäessä palavia kaasuja keikkahommissa. R32 -kylmäaineen luokittelu on hiukan vaikeaa ja tämä kaasunilmaisin on hankalasti löydettävissä. Allekirjoittanut on pyytänyt useilta toimijoilta tarjouksia tähän liittyen. Mutta vielä ei ole ratkaisua löytynyt, koska kaasunilmaisin pitää tunnistaa myös tukehduttavat kaasut. Koulumme tarvitsee kiinteän ja kannettavan kaasunilmaisimen. Kaasunilmaisimien hankinta jää pakostakin opinnäytetyön aikaikkunan toiselle puolen. Normaalien palamattomien kaasujen ilmaisimen hankimme koulullemme. Kuvio 17 kaltaisen laitteen valikoimme työkaluksi vuotojen etsimiseen ja henkilökohtaiseen suojaukseen siihen saakka, kunnes saamme oikeanlaisen kiinteän ja kannettavan kaasunilmaisimen. Kuviossa 17 oleva ilmaisim ei ole tarkoitettu jatkuvaan käyttöön.



Kuvio 17. mastercool INTELLASENSE (kaikki kylmäaineet)

## 5.2. Propanin käsittely

Koulussa oli jo valmiina yksi siirrettävä propanilla toimiva kylmäkaluste. Harjoittelimme tällä propanin käsittelyä. Työsalina toimi ulko-oven läheisyydessä oleva asfaltti. Vanhan kaasun sai päästää ilmakehään, koska se ei ole ilmastoa lämmittävä kaasu. Kylmäpiiriin ei muuten koskettu ja se täytettiin saman tien jättämällä hiukan kaasua jäljelle, jolloin ei tarvitse suorittaa tyhjiöintiä. Jos koko kylmäaine olisi vaihdettu, niin kuivainkin pitäisi vaihtaa. Kuivaimen vaihto täytyy



tehdä, koska tyhjiöitäessäkin aina jää jäljelle kuivaimeen keräytyvää kosteutta. Näissä pienissä laitoksissa on käytössä kertakäyttökuivain, jota ei pysty avaamaan. Yleensäkin pienten kylmälaitteiden huolto/korjaus -toimenpiteet ovat vähentyneet huomattavasti. Aikaisemmin vaihdettiin kompressoreita ja lauhduttimia juottamalla. Nykyään on usein käytössä lokring -menetelmä.



Kuvio 18. Lokring (RESTEC)

### 5.3. Kylmäaineen R32 käsittely

Tarkoituksena oli saada useampia lämpöpumppuja koulullemme, jotka toimivat R32 kylmäaineella. Ostimme 2 kpl ilmalämpöpumppuja, joista toinen on jo asennettu. Asennustyö sujui hyvin, koska olimme harjoitelleet aikaisemmin paljon R410a kylmäainetta sisältävillä ilmalämpöpumpuilla.



Kuvio 19. Mittarisarja + tyhjiömittari

Yleisesti käytettyyn kylmäaineeseen R410 tarvitaan uusia työkaluja asentamisvaiheessa. Uusi tyhjiöpumppu pitää olla EX-luokiteltu. Myös mittarisarja on oltava oikea, jotta paine ja lämpötila olisivat mitattavissa ilman laskutoimitusta. Vanhat käsityökalut kuten laippaliitostyökalu, vatupassi, momenttiavain, ruuvimeisselit ja

akkukone ovat vielä käyttökelpoisia. Akkukone olisi hyvä uusia hiiliharjattomaan, jolloin sen käyttö olisi turvallisempaa erityisesti vaara-alueella.



Kuvio 20. Tyhjiöpumppu palaville kylmäaineille

Kylmäaineputkituksen ulosmenoreiän voi tehdä myös hiiliharjallisella akkukoneella. Tällöin pitää säilyttää varoetäisyydellä ulkoyksikköä, jossa on kylmäainetäytös.

Maalämpöpumppu on tarjouspyyntökierroksella vielä tätä opinnäytetyötä kirjoittaessa. Ilmalämpöpumppu valittiin wifi -ominaisuudella, jotta harjoitustyöt ja etäkäyttö mahdollisuus olisi tulevaisuudessa mahdollista. Ilmalämpöpumpun kylmäaineiden käsittely toteutetaan seuraavaksi toisen kurssin kanssa, jolloin mietitään edelleen missä tilassa ja miten R32 -kylmäaine otetaan talteen turvallisesti.

Joka kylmäaineelle pitää olla oma talteenottosäiliö (Kuvio 21). Muussa tapauksessa voi syntyä vaaratilanteita, koska kaikilla kylmäaineilla on erilainen painelämpötilakäyrä. Säiliöihin pitää merkitä selvästi talteenottajan ja kylmäaineen tiedot (Yritys, kylmäaine, kylmäaine määrä kiloina, onko puhdas vai jäte). Jätekylmäainesylinteriin saa laittaa eri laatuista CFC-, HCFC- ja HFC –kylmäaineita sekaissin. Sylinterin maksimitäytös on 42 kg. Sylinterit eivät ole muita kylmäaineita/kaasuja varten (esimerkiksi propaani, isobutaani, ammoniakki). (Onninen)



No 6449  
Kylmäainesäiliön adapteri  
W21.8-14 x 1/4" FLEU

No 6449B  
Tiiviste edelliseen

#### No 6965 Kylmäainesäiliö

Ulkomitta 185x338  
ADR/RID2009,  
EN13322-1N D TUV 1  
Käyttöpaine 32 bar.  
Testipaine 48 bar  
Taara 5,18 kg  
Nestetilavuus 6L  
2-tie täyttö/tyhjennys  
Materiaali: HP295

#### No 6967 Kylmäainesäiliö

Ulkomitta 228x516  
ADR/RID2009,  
EN13322-1N D TUV 1  
Käyttöpaine 32 bar.  
Testipaine 48 bar  
Taara 8 kg  
Nestetilavuus 12,5L  
2-tie täyttö/tyhjennys  
Materiaali: HP295

#### No 6969 Kylmäainesäiliö

Ulkomitta 298x613  
ADR/RID2009,  
EN13322-1N D TUV 1  
Käyttöpaine 32 bar.  
Testipaine 48 bar  
Taara 15,7 kg  
Nestetilavuus 27,2L  
2-tie täyttö/tyhjennys  
Materiaali: HP295

kuvio 21. talteenottosäiliöt ( RESTEC)

## 6 Pohdintaa ja kyselyn analysointia

Tein koulussamme tutkimuksellisen kyselyn kylmäaineiden kanssa tekemisissä oleville oppilaille. Kyselyn sanallisessa osuudessa tuli esille samoja asioita, mitä olemme yrittäneet harjoitella ja opiskella. Pääasiassa nousi esiin staattinen sähkö ja sen vaarallisuus sekä suojautumistavat. Kävimme STAHAN tekemän opuksen läpi ja pohdimme, kuinka välttää harjoituksissamme staattinen sähkö mahdollisimman hyvin. Lisäksi korostuu kylmäaineilla työskenneltäessä vaadittava huolellisuus ja se, ettei saa sekoittaa palavia ja palamattomia kylmäaineita.

Tärkeimmät opit opinnäytetyöhön liittyen ovat juurikin työturvallisuusasiat. Olemmekin käyneet työsuojeluhenkilöstön kanssa keskusteluja ja tavanneetkin asian tiimoilta. Kymmenkunta vuotta sitten toimin itse palavien kylmäaineiden kanssa ja silloin ei vielä ollut yhtä paljon aiheeseen liittyen saatavissa tietoa kuin nyt. Aiheeseen liittyen on tulossa lisää materiaaleja, joista voi opiskella ja kehittää omaa osaamistaan paremmaksi.

Lainsäädäntö on muuttumassa lähiaikoina palavien kylmäaineiden osalta. Tähän asti ne eivät ole vaatineet kylmäasentajan pätevyyttä, mutta nyt lainsäädäntöä ollaan muuttamassa. Oma työntekoa ja tulevaisuuden haasteita tämä opinnäytetyö helpottaa tulevaisuudessa, kun saamme tehtyä aikaisemmin mainitun riskianalyysin ja opaskirjaseen valmiiksi. Kehitystyö kylmäalalla jatkuu varmasti kiivaana ja on opiskeltava lisää, koska jatkuvasti tulee uusia korvaavia kylmäaineita. Varmasti työkalujenkin on tulevaisuudessa muututtava, jotta voidaan työskennellä turvallisesti uusilla palavilla kylmäaineilla.

## Lähteet

Tukes n.d. viitattu 28.12.2019. [www.tukes.fi](http://www.tukes.fi)

VTT luettu 20.1.2020 <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2001/T2099.pdf>

STAHA luettu 20.1.2020 Staattisen sähkön vaarojen tunnistaminen ja hallinta prosessiteollisuudessa. Koulutusaineisto. PDF

EN 378:2016 osat 1...4. Kylmäkoneistot ja lämpöpumput. Turvallisuus ja ympäristövaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Luettu 28.12.2019 Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>

EN 13313:2010 Refrigerating systems and heat pumps. Competence of personnel.

ISO 817:2014 1. Refrigerants-Designation and safety classification.

IEC 60335-2-24:2013 Household and similar electrical appliances- Safety-Part 2-24: Particular requirements for refrigerating appliances, ice-cream appliances and ice makers.

IEC 60335-2-40:2016 Household and similar electrical appliances- Safety-Part 2-40: Particular requirements for electrical heat pumps, air-conditioners and dehumidifiers.

IEC 60335-2-89:2012 Household and similar electrical appliances- Safety-Part 2-89: Particular requirements for commercial refrigerating appliances with an incorporated or remote refrigerant condensing unit or compressor.

EN 1127-1:2011 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Räjähdyksen esto ja suojaus. Osa 1 Peruskäsitteet ja menetelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Luettu 28.12.2019. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>

IEC 60079-10-1:2015 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 10-1: Tilaluokitus. Kaasuräjähdyksenvaaralliset tilat. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Luettu 28.12.2019. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>

Kylmäyhdistys. n.d. Luettu 28.12.2019. [www.skill.fi](http://www.skill.fi)

RESTEC. n.d. Luettu 28.12.2019. [www.restec.fi](http://www.restec.fi)

Ympäristö. n.d. Luettu 28.12.2019. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto\\_ ja\\_ ilma/Kasvihuonekaasupaastojen\\_ raportointi\\_ ja\\_ seuranta/Kasvihuonekaasupaastojen\\_ seuranta\\_ Suomessa/Fluoratut\\_ kasvihuonekaasut/Laitteen\\_ omistajan\\_ velvollisuudet](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto_ ja_ ilma/Kasvihuonekaasupaastojen_ raportointi_ ja_ seuranta/Kasvihuonekaasupaastojen_ seuranta_ Suomessa/Fluoratut_ kasvihuonekaasut/Laitteen_ omistajan_ velvollisuudet)

Onninen n.d. Luettu 20.1.2020. <https://www.onninen.com/finland/tuotteet/kylmatuotteet>

Oph kemikaaliturvallisuus n,d luettu 5.3.2020 <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/kemikaaliturvallisuus-opetustoimessa-ja-varhaiskasvatuksessa>

KylmäExtra 1/2019 Käyttö ja huolto 30.4.2019 [https://www.kylmaextra.fi/lehdet/kylmaextra\\_1\\_2019/huollon\\_hyva\\_dokumentointi\\_kannattaa](https://www.kylmaextra.fi/lehdet/kylmaextra_1_2019/huollon_hyva_dokumentointi_kannattaa)

## Liitteet

### Liite 1. Palotarkastajan lausunto



**Etelä-Pohjanmaan  
Pelastuslaitos-liikelaitos**

**PÖYTÄKIRJA  
Lausunto**

sivu 1 / 1

**03.12.2019 Pöytäkirjanro 168 902**

**Vastaanottaja**

SEINÄJOEN KOULUTUSKUNTAYHTYMÄ

PL 75  
60101 SEINÄJOKI

**Kohde**

SEDU / Kylmälaiteasennustila

Ammattikoulunkatu 10  
62100 LAPUA

**Lausunto**

**Asia**

Pelastusviranomaisen lausunto kylmälaiteasennustilan turvallisuuteen liittyen.

Kyseisessä luokkatilassa huolletaan kylmälaitteita, joissa käytetään erilaisia kylmäaineita. Osa kylmäaineista on erittäin helposti syttyviä, osa puolestaan tukahduttavia.

Erilliset kylmäaineastiat on syytä sijoittaa omaan palotekniseen osastoon. Tässä tapauksessa astiat on järkevintä sijoittaa seoskaasuille varattuun omaan palo-osastoon.

Kylmälaiteasennustilan osalta on laadittava ATEX-räjähdyssuojausasiakirja, jossa käsitellään organisatoriset ja tekniset toimenpiteet räjähdysvaaran hallinnan osalta.

Kaasuvarastojen ulko-oviin on hankittava aineiden varoitusmerkinnät.

Palomestari (ins. yamk)  
Joona Övermark

**Jakelu**

mauno.nyrhila@sedu.fi

Etelä-Pohjanmaan  
Pelastuslaitos-liikelaitos  
Palovahti 3, 60100 SEINÄJOKI  
Puh: 044 4181200

Paloesemaryhmä 2  
Lapuan paloasema  
Palomiehentie 2  
62100 LAPUA

Palomestari (ins. yamk)  
Joona Övermark  
Puh: 044 418 1131  
joona.overmark@seinajoki.fi



## Liite 2 Tutkimus kysely

**KYLMÄAINEEN KÄSITTELY(TUTKIMUS)**

Ikä: \_\_\_\_\_

Ympyröi jokaisen kysymyksen oikealta puolelta numero, joka vastaa parhaiten mielipidettäsi asian tärkeydestä.  
Käytä taulukon ylärivillä olevaa asteikkoa.

Kysymys	Tärkeys				
	Ei lainkaan tärkeä	Ei kovin tärkeä	Ei mielipidettä	Melko tärkeä	Erittäin tärkeä
R410 palava?	1	2	3	4	5
R32 palava?	1	2	3	4	5
Työturvallisuus palavilla?	1	2	3	4	5
Palavien kaasujen EX työkalut?	1	2	3	4	5
Staattinen sähkö ja palavat kaasut?	1	2	3	4	5
Talteenottoaite EX suojattu palavilla kylmäaineilla?	1	2	3	4	5

Kerro mitä muutoksia palavat kaasut aiheuttavat työtapoihin?

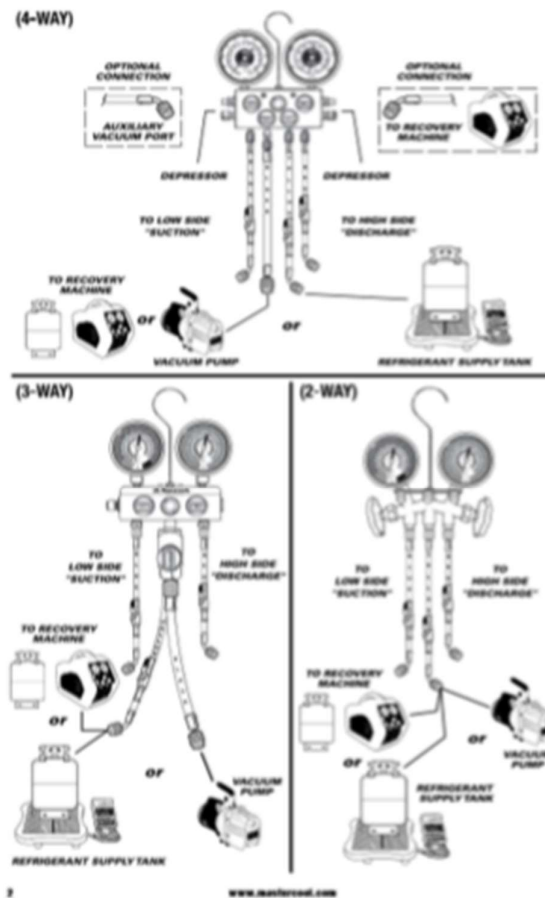
## Liite 3. R32 ilmalämpöpumpun käsittely

# Ilmalämpöpumpun irrotus ja asennus ja käyttöönotto R32 Kylmäaineella

## Irrotus

-Irrota suoja ulkoyksikön kyljestä (Muista staattinen sähkö)

-Asenna huoltomittarisarja, jotta näet onko koneessa kylmäainetta. Asennus kuvio 1 mukaan mikä mittarisarja on kyseessä. (Muista maadoitus)



Kuvio 1 Mastercool mittarisarja

-Jos on kylmäainetta aja ne ulkoyksikön sisälle. Jos kone ei käynnisty  
ota talteen pulloon

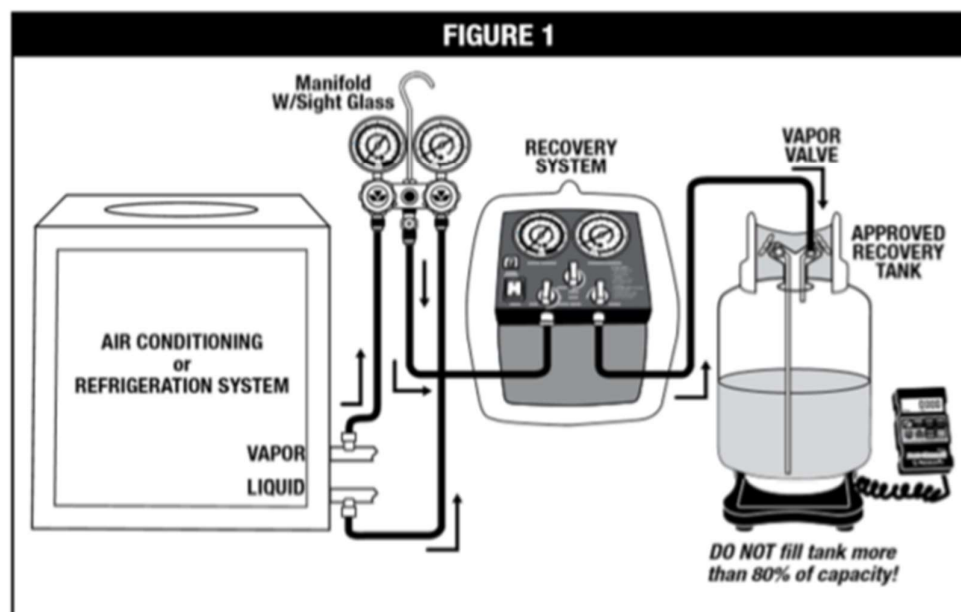
**Ulkoyksikköön kylmäaineen ajo** (laita kone jäähdytykselle sulje ylempi rotaloc, kun mittarisarja näyttää nolla sulje myös alempi rotaloc. Sammuta kone turvakytimestä tai pistotulppa irti.)

**Talteenotto (mittarisarjasta talteenottolaitteeseen siitä pulloon)**

-Tarkista ensin letkujen sulut, että auki oikeaan suuntaan.

Talteenottolaite pitää olla hyväksytty R32 kylmäaineelle.

-Letkut oikein kuvio 2 mukaan. Aina vaaka pullon alla, jotta tiedetään Kylmäaineen määrä(Maadoitus)



Peltokangas, Niko Opettaja (Kylmäasennus)

## Kuvio 2 Mastercool talteenotto

-Sulje lopuksi rotalockit.

### Sähkösyötön katkaisun varmistaminen

Käytä yleismittaria tai jännitteenkoitinta.

-Pura johdotus, Irrota kupariputket. irrota kondenssivesiputki. irrota sisä-ulkoyksikkö. irrota sisä-ulkoyksikön teline. Irrota kourut.

-Aikaa mennyt noin 2h

## Asennus

-Sisäyksikön asennus ensin.

Selvitä mahdollinen asennuspaikka.

Muista mitoitus ilmankulun kannalta.

Asenna sisäyksikön teline vatupassilla suoraan.

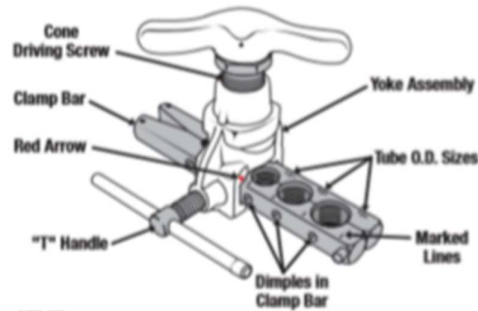
Tee kohdistus reikä aluksi, jotta näet tuleeko reikä mitoitettuun paikkaan. Pora reikä kohdistusreiän kohdalle, jos mitoitus on oikein (käytä riittävän suurta rasiapora).

Mmj5\*1.5 ulkoa sisälle ja sen asennus (muista ottaa, vaikka kuva tai merkitä sähkökaavioon värit).

Jos sähkön syöttö piste on sisäyksikössä tuo syöttökaapeli myös ennen sisäyksikön kiinnitystä sisälle reiästä (asenna johdot).

Jos seinä on paksu ja kupari ei yllä seinästä läpi tee kupari liitokset myös sisällä lattialla (tuo kuparia riittävästi sisälle reiästä.) Tee kuparilaipat kuvio 3 kaltaisella työkalulla. Kiristä liitokset momenttiavaimella.


**Mastercool<sup>®</sup>**  
 "World Class Quality"  
 70057-A  
**ECCENTRIC FLARING TOOL INSTRUCTIONS**



**SET-UP**

1. Rotate "T" handle and cone driving screw counter clockwise to allow clearance for inserting the clamp bar.
2. Position the clamp bar with the dimples on the "T" bar side of the yoke assembly and insert into the yoke.
3. Make sure the tubing is cut clean and deburred.

**FLARING INSTRUCTIONS**

1. Insert end of tubing into the proper size die on the clamping bar. (O.D. sizes: 1/4, 5/16, 3/8, 1/2, 5/8 and 3/4" are marked on the clamp bar). Tube should be approximately even with the top of the clamp bar.
2. Slide the yoke assembly over the tube and align the red arrow on the yoke with the marked line on the clamp bar. Tighten the "T" handle securely to lock the yoke assembly onto the clamp bar. (The "T" bar tip should engage with the dimple on the clamp bar).
3. Turn the cone driving screw clockwise until a "clicking" sound is heard. The flare is now complete.
4. Turn the cone driving screw counter clockwise until cone clears the tube flare. Loosen the yoke "T" handle and slide the yoke assembly off of the clamp bar. Remove flared tube.

**Kuvio 3 mastercool laippatyökalu**

-Asenna sisäyksikkö paikalleen (jos pitkä putki voi tarvita ulkopuolelle kaverin vetämään putkea+johdotusta+kondenssivesiletkaa ulospäin)

-Asenna ulkoyksikön teline

Asenna kourut.

-ulkoyksikön asennus (laipat ensin sitten tyhjiöinti, kun tyhjiöinti on käynnissä asenna sähköt sillä aikaa)

Tyhjiöinti vain R32 kylmäaineelle sopivalla tyhjiöpumpulla.(kuvio 4)

Peltokangas, Niko Opettaja (Kylmäasennus)



kuvio 4 R32 tyhjiöpumppu



Kuvio 5 Mittarisarja R32 + tyhjiömittari

-kokonais aika noin 8H

## Käyttöönotto

- Tarkista kaadot (kaada vettä sisäyksiköstä ulos noin 0.5 litraa riippuen kondenssivesiputken mitasta)
- Tarkista vielä sähköjen oikein kytkentä
- kytke virta päälle (tulppa seinään tai turvakytin päälle)
- asetä maksimi lämmitys (lämpötila ja puhallus täysille lämmitys modessa)
- Kun lämpötila on noin 50 astetta mittarisarjan mukaan käännä jäähdytykselle.
- Odota 15 min että kone rupeaa jäähdyttämään (jos ei niin laita kuivaus DRY päälle)

Peltokangas, Niko Opettaja (Kylmäasennus)

- Jos jäähdytys toimii oikein aja mittarisarja tyhjäksi ulkoyksikköön (eli toimi kuten irrotus kohdassa sanottiin kylmäaineen ajo ulkoyksikköön) muista sen jälkeen kun olet irrottanut mittarisarjan niin avaa kumpikin rotalock ja laita kierretiiivisteneste tulppien kierteisiin.

-Neuvo asiakkaalle koneen käyttö (asiakaspalvelu muista)

Tee asennus pöytäkirja.



## Liite 4. R600 Kylmäaineella toimivien pienkylmäkoneiden kanssa työskentely

# R600 Kylmäaineen tyhjennys, korjaus, tyhjiöinti, täyttö

## Tyhjennys

-Käytä poraavaventtiiliä (kuvio 1) (Muista staattinen sähkö)

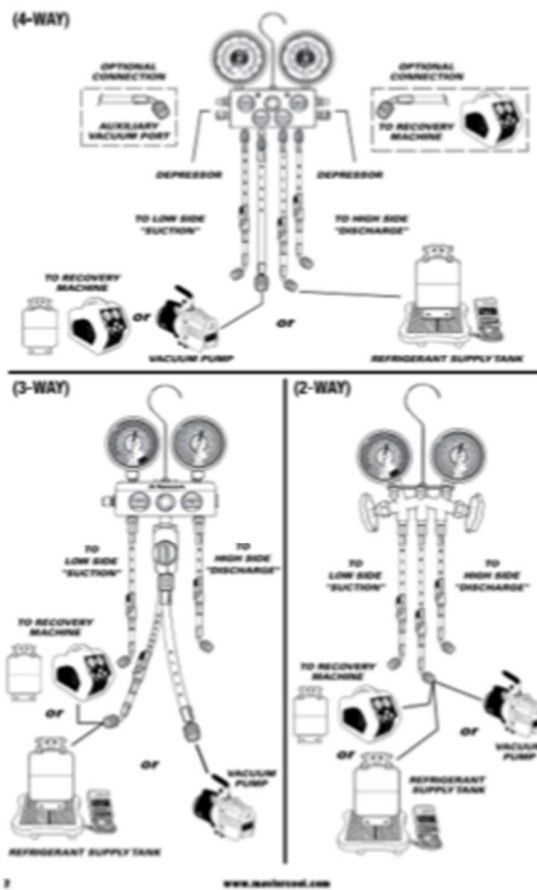
Jääkaapissa ja pakasteessa harvoin on täyttöventtiiliä.



## Poraava venttiili

kuvio 1 poravaventtiili (RESTEC)

-Asenna huoltomittarisarja, jotta näet onko koneessa kylmäainetta. Asennus kuvio 2 mukaan mikä mittarisarja on kyseessä. (Muista maadoitus)



Kuvio 2 Mastercool mittarisarja

**Pienen määrän kylmäainetta poisto** (Avaa vapaana oleva letku ulkoilmaan ja päästä kaasu tyhjäksi, muista kompressorin öljyyn kerääntynyt kylmäaine. Lämmitä kompressoria vastuksella tai heiluttele välillä hiukan.)

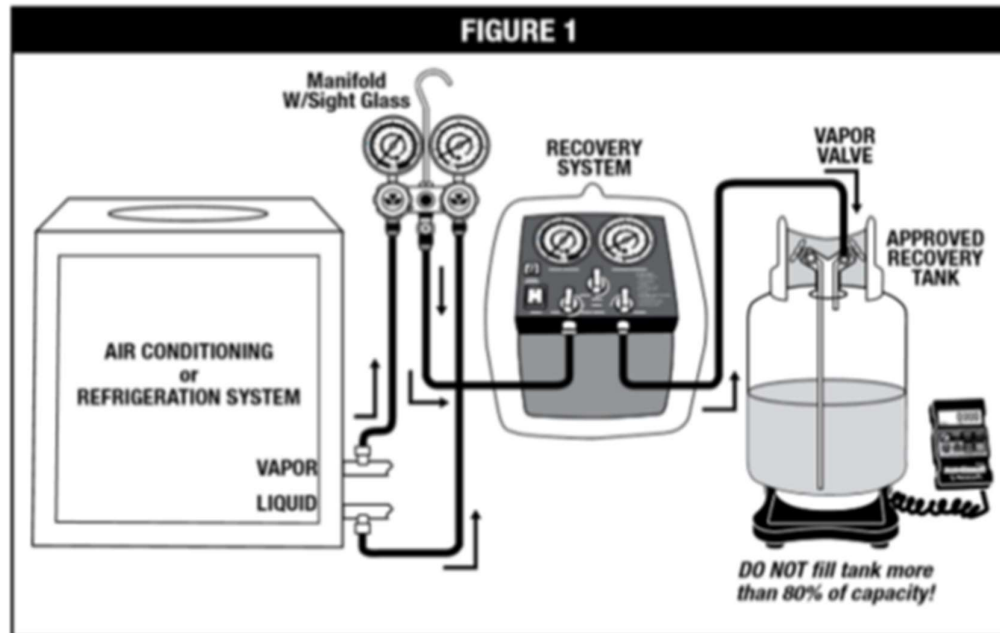
**Talteenotto isompi määrä R600a** (mittarisarjasta talteenottolaitteeseen siitä pulloon)

-Tarkista ensin letkujen sulut, että auki oikeaan suuntaan.

Peltokangas, Niko Opettaja (Kylmäasennus)

Talteenotto laite pitää olla hyväksytty palaville kylmäaineille.

-Letkut oikein kuvio 2 mukaan. Aina vaaka pullon alla, jotta tiedetään kylmäaineen määrä (Maadoitus). Jäkäapissa ja pakasteessa on niin vähän kylmäainetta, että ei kannata ottaa talteen.



Kuvio 3 Mastercool talteenotto

### Sähkönsyötön katkaisun varmistaminen

Käytä yleismittaria tai jännitteenkoitinta.

## Korjaus

Vuodon korjaus alkaa siten että tarkistetaan vielä kylmäaineen määrä mittarisarjasta. Mikäli mittari nousee yhtään voi koittaa vielä hiukan heilutella kompuraa. Tämän jälkeen pitää huuhdella kylmäkoneen järjestelmä tyypellä joka on inerttikaasu ja huuhtelee järjestelmän palavasta kaasusta. Mikäli on vain yksi mittarisarjan liitos kohta, voidaan käyttää t-liittimiä jotta tyypeä saadaan huuhtomaan putkistoa juotoksen ajaksi.



1	6469	Linjasulkuventtiili 3/8" Malli 6210/3	1,0m <sup>3</sup> /h		
1	6470	Linjasulkuventtiili 1/4" Malli 6210/2	0,28m <sup>3</sup> /h		
2	6471	Nestelasi 1/4" SPU-2-MM uros/uross			
3	6472	Nestelasi 3/8" SPU-3-MM uros/uross			
4	6111	Neulaventtiilit 6 mm			
5	6111B	Kaksoisnipa neulaventtiilillä ja hatulla sopii letkujen jatkamiseen.			
5	6111C	Neulaventtiilin neulaosa "sielu"			
6	6467	Nestelasi 3/8" Sisä-/ulkokierre			
7	6468	Nestelasi 3/8" Castel 3940/3 juotettava			

Kuvio 4 Neulaventtiili kuva4 (RESTEC)

Poraavan venttiilin jälkeen pitää vaihtaa juotettamalla neulaventtiili (kuvio4)

Joskus voi olla tarpeen tehdä myös huuhteluyhde. Vuodon korjauksen jälkeen pitää vaihtaa myös suodatin kuivain(kuvio 5)



TIL.NO	TURKI.	TIL.NO	TURKI.
No 6067	FG032 1/4"mutteri	No 6068	FG032S juot.
No 6069	ADK52 1/4"mutteri	No 6070	ADK052S juot.
No 6071	ADK82 1/4"mutteri	No 6072	ADK082S juot.
No 6073	ADK83 3/8"mutteri	No 6074	ADK083S juot.
No 6075	ADK163 3/8"mutteri	No 6076	ADK163S juot.
No 6539	ADK164 1/2"mutteri	No 6540B	ADK164S juot.
No 6077	ADK304 1/2"mutteri	No 6078	ADK304S juot.
No 6079	ADK305 5/8"mutteri	No 6080	ADK305S juot.

Til.No	Tekninen tieto
No 6081	Herkules 30g kuivaaja, kuparijatkeella
No 6081B	Herkules 15g kuivaaja, kuparijatkeella
No 6082	Kapilaarikuivaaja 15g R134a,R404A,R22
No 6083	Kapilaarikuivaaja 30g R134a,R404A,R22
No 6083B	Kapilaarikuivaaja 30g 6,40/6,40 mm
No 6126	Kapilaarikierukka CC1000 mm 1/4"
No 6127	Kapilaarikierukka CCA1000mm 1/4"

(6127 avaaajalla varustettu)



Kuvio 5 kuivaimia (RESTEC)

Kannattaa tarkistaa vuodot juotoksien jälkeen typpipaineella ja vuotovaahdolla tai saippualliuoksella.

## Tyhjiöinti

Tyhjiöinti vain palaville kylmäaineille sopivalla tyhjiöpumpulla. (kuvio 6)

Mittarisarja pitää olla R600a asteikolla varustettu. Tyhjiö vähintään 269 pascalin paineseen.(standardin mukaan tämä riittää, mutta pienet laitteet vähintään 99 pascalia)

Peltokangas, Niko Opettaja (Kylmäasennus)



kuvio 6 R32 tyhjiöpumppu

## Täyttö

- Tarkista kondenssivedenpoisto (kaada vettä höyrytimen pinnalle ja katso että menee minne pitääkin)
- Tarkista vielä sähköjen oikein kytkentä

Täytä kone, jos mahdollista oikealla kylmäainemäärällä korkeapainepuolelta. (ei yleensä huoltonippaa)

Mikäli pullosta ei saada täyteen konetta pitää koneen omalla kompressorilla imeä lisää kylmäainetta. (muista tarkkuusvaaka koska kyseessä yleensä vain kymmeniä grammoja.)

-kytke virta päälle (tulppa seinään tai turvakytkin päälle)

Laita kone päälle. Lisää varovasti oikea määrä kylmäainetta. (Ei saa antaa liikaa nestemäistä koska muuten koneen kompressori hajoaa nesteiskuun.)

-Neuvo asiakkaalle koneen käyttö (asiakaspalvelu muista)

Tee asennus pöytäkirja.